Analisis Simulasi Model *COST-231 Multiwall Pathloss Indoor* Berbasis *Wireless Sensor Network* pada Aplikasi Absensi Mahasiswa dengan Tag RFID Menggunakan RPS (*Radiowave Propagation Simulator).*

Analysis of Wireless Sensor Network-based Indoor COST-231 Multiwall Path Loss Model on Student Attendance Application with RFID Tag using RPS (Radiowave Propagation Simulator)

Muntaqo Alfin Amanaf[1], **Eka Setia Nugraha**[2], **Danny Kurnianto**[3]
[12 3]*Program Studi D3 - Institut Teknologi Telkom Purwokerto*
[123]*Jl.DI Panjaitan No 128 Purwokerto*
email: [1]muntaqo@ittelkom-pwt.ac.id, [2]eka_nugraha@ittelkom-pwt.ac.id,[3]dannykurnianto @ittelkom-pwt.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

Naskah diterima 29 November 2017
Direvisi 14 Februari 2018
Disetujui 6 Juni 2018

Wireless Sensor Network
Pathloss COST 231 Multiwall
WLAN IEEE 802.11
Tag RFID
RPS
RSSI

A B S T R A C T

Wireless Sensor Network is a solution to solve cable-based network problems especially in attendance applications with RFID Tag. However, in this research, RFID Tag based on Wireless Sensor Network is implemented in indoor conditions that have higher path loss than in outdoor conditions. This paper analyzed the distribution of RSSI receipt of indoor COST231 Multiwall path loss model by using Radiowave Propagation Simulator (RPS) to model the indoor condition of the building as the actual conditions such as the size and the building materials. This Simulation use 3 Node Router and 8 End node of Wifi RFID Reader with WLAN 1EEE 802.11.n communication protocol at 2.4 GHz frequency. The simulation result shows that the mean and deviation standard values of RSSI at the scenario router node plus end node implemented condition is -46.94 dBm and 10,79, respectively.

Kata kunci :
Wireless Sensor Network
Pathloss COST 231 Multiwall
WLAN IEEE 802.11
Tag RFID
RPS
RSSI

ABSTRAK

Wireless Sensor Network adalah solusi dalam mengatasi masalah jaringan berbasis kabel terutama dalam aplikasi absensi mahasiswa dengan Tag RFID. Namun, pada studi ini, *wireless sensor network* diimplementasikan pada kondisi indoor yang memiliki pathloss lebih tinggi dibandingkan pada kondisi outdoor. Penelitian ini menganalisis sebaran daya terima RSSI pada simulasi model *indoor path loss COST231 Multiwall* dengan menggunakan *Radiowave Propagation Simulator (RPS)* untuk memodelkan kondisi indoor gedung sesuai dengan kondisi sebenarnya, baik dari ukuran maupun bahan gedung. Simulasi menggunakan 3 Node Router dan 8 *End node* dari *Wifi RFID Reader* dengan protocol komunikasi WLAN 1EEE 802.11.n pada frekuensi 2,4 GHz. Hasil simulasi menunjukkan bahwa nilai rata-rata dan standar deviasi RSSI pada kondisi terimplementasi dari *router node* dan *end node* adalah -46,94 dBm dan 10,79 secara berturut-turut.

1. Pendahuluan

Wireless Sensor Network (WSN) merupakan salah satu implementasi teknologi jaringan nirkabel yang terdiri atas perangkat elektronik yang terhubung pada satu atau lebih sensor. Perangkat tersebut juga dilengkapi dengan sistem komunikasi nirkabel agar dapat berkomunikasi dengan perangkat sensor yang lain.Sistem WSN adalah sensor yang digunakan untuk menangkap, mengukur atau mengumpulkan data besaran tertentu sesuai dengan tipe karakteristik dari sensor tersebut. Data yang telah dikumpulkan diubah dalam bentuk analog menjadi digital lalu ditransmisikan ke suatu node (titik) melalui sistem komunikasi nirkabel seperti WLAN IEEE 82.11/WIFI, Zigbee, maupun *bluetooh* (Setijadi & Amanaf, 2013). Setiap node/ titik dalam *wireless sensor network* dilengkapi dengan radio *transceiver* sebagai node penerima atau

DOI: 10.17933/bpostel.2018.160102

juga perangkat pendukung lainnya. Dengan demikian, WSN juga dikenal sebagai sebuah sistem yang terdiri atas beberapa sensor yang ukurannya kecil dan tersebar pada area tertentu dengan satu *server node* atau *gateway* untuk mengumpulkan hasil dari proses pembacaan sensor-sensor node lainya (He, Mujica, Liang, Portilla, & Riesgo, 2014).

Banyak aplikasi yang bisa dilakukan dengan menggunakan jaringan sensor nirkabel, salah satunya dalam pengumpulan data absensi melalui *RFID Tag Reader* berbasis WSN. Pengaplikasian RFID pada absensi terutama untuk absensi mahasiswa sangatlah penting karena dapat memberikan Informasi yang mendalam dan terperinci mengenai kehadiran seorang mahasiswa dalam kelas. Alat pencatatan absensi yang konvensional mempunyai kelemahan dalam efisiensi dan boros. Hal ini dapat dilihat pada kasus absensi mahasiswa di IT Telkom Purwokerto, dimana setiap absensi per mata pelajaran biasanya dilakukan dengan mencetak kertas absensi kemudian mahasiswa menandatangani kertas absensi sebagai bukti kehadiran. Dengan demikian, sistem absensi dengan tag RFID merupakan solusi dalam sistem absensi manual tersebut. Dalam pengimplementasian sistem absensi dengan tag RFID memerlukan instalasi kabel yang rumit dan mahal untuk tiap *RFID Reader* sehingga diperlukan teknologi WSN untuk mengatasi masalah instalasi kabel tersebut (Amanaf, Setijadi, & Suwadi, 2013). Pengaplikasian *RFID reader* berbasis WSN dilakukan pada kondisi di dalam ruangan atau *indoor*, dimana pada kondisi *indoor* mempunyai *path loss* lebih besar dibandingkan dengan kondisi *outdoor* sehingga berpengaruh terhadap perambatan sinyal tiap node sensor dalam berkomunikasi dengan *gateway* atau *node router*. Sebagai implikasi dari *path loss*, jangkauan area tiap node lebih kecil pula. Oleh karena itu, diperlukan analisis propagasi *path loss indoor* pada WSN agar dalam pengimplementasian sistem komunikasi nirkabel dari *end node* ke *node router* dapat tercapai dengan baik.

Penelitian tentang pemodelan *path loss* pada komunikasi nirkabel sudah dilakukan oleh Kurt & Tavli, (2017) dan Olasupo, Otero, Olasupo, dan Kostanic (2016), serta Amanaf, Danisya, dan Rodian (2017) dengan mengkaji beberapa model *path loss* dalam komunikasi nirkabel. Model *path loss* yang dikaji adalah model *path loss two ray*, *log-distance pathloss*, *two- slope*, dan *free space*. Namun, penelitian-penelitian tersebut hanya mengkaji kondisi *outdoor* dengan frekuensi 868 MHz, 2,4 GHz, dan 3,5 GHz. Pada Heereman et al. (2012), telah dibahas model *path loss* dari protocol IEEE 802.11n pada ruang konferensi dengan memprediksi daya terima dan *throughput* dengan model *one-slope* serta frekuensi yang digunakan pada penelitian tersebut adalah 2,4 GHz dan 5,4 GHz. Dari penelitian tersebut, diperoleh *path loss exponent* pada ruang konferensi tersebut bervariasi dari 1,2 sampai 1,7. Scholastica (2014) meneliti pathloss jaringan sensor nirkabel pada kondisi indoor dengan melakukan pengukuran RSSI diElectronic and Computer Engineering, Nnamdi Azikiwe University, Awka dengan jarak 1 sampai 7 m dengan interval 1 m. Dari pengukuran dengan regresi linear, diperoleh nilai R sebesar 0,86.

Sistem informasi presensi perkuliahan sudah pernah dikembangkan oleh Wicaksono, Dirgantoro, Mt, Michrandi, dan St (2015). Penelitian tersebut menggunakan protokol Zigbee dan aplikasi *smartphone* dengan pembahasan pada implementasi aplikasi absensi berbasis WSN. Sedangkan, penelitian tentang analisis propagasi sinyal pada kondisi indoor sudah dilakukan oleh Flattie (2012) dengan model *indoor* antara lain Model COST-231 Multiwall, *Indoor Dominant Path Prediction* dan *Log-Distance* Pathloss. Namun, penelitian tersebut membahas model propagasi *path loss* untuk komunikasi seluler pada frekuensi 1800 MHz. Sedangkan, model *indoor path loss* berbasis WSN telah di kaji oleh Sarka, Majumdar, dan Bhattacharya (2013) pada kondisi di dalam kapal. Penelitian tersebut membuktikan bahwa model *COST-231 Multiwall* paling cocok untuk kondisi indoor kapal. Hal ini dilakukan dengan membandingkan RSSI hasil pemodelan dengan RSSI hasil pengukuran. Penelitian ini mensimulasikan jangkauan sinyal tiap *end node* yang berupa *RFID Reader* dan *node router* dengan model *path loss COST-231 Multiwall* pada RPS. Protokol komunikasi nirkabel yang digunakan pada WSN ini adalah WLAN IEEE 802.11.n dengan frekuensi 2,4 GHz.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. *Wireless Sensor Network (WSN)*

WSN adalah suatu jaringan yang terdiri atas beberapa sensor dimana setiap titik sensornya memiliki kemampuan untuk melakukan penginderaan atau mengukur besaran tertentu, memprosesnya serta berkomunikasi sehingga dapat melakukan beberapa fungsi seperti fungsi deteksi maupun pengawasan pada suatu keadaan fisik tertentu secara terstruktur dan terencana bahkan sampai melakukan fungsi control (Buratti, Conti, Dardari, & Verdone, 2009).

Pada WSN terdapat tiga bagian penting yaitu *sensor node, router node* dan *server* /*coordinator*. *Sensor node* yang berfungsi sebagai pengambil data penginderaan dari sensor yang terpasang sesuai dengan data yang diinginkan seperti sensor suhu untuk mengambil data suhu lingkungan, sensor kelembapan untuk mengukur kelembapan disekitar sensor, kemudian memproses data tersebut untuk dikirimkan ke *router node*. Fungsi *router node* ini untuk meneruskan data dari *end node* ke bagian *server* utama. Pada bagian *server* ini, semua data dari beberapa *end node* yang tersebar dikumpulkan. Biasanya, *server* berada pada sisi *user* atau pengguna yang membutuhkan data tersebut.

WSN banyak sekali diaplikasikan untuk deteksi dan monitoring dalam berbagai bidang antara lain (Kaur, Kaur, & Singh, 2014):

a. Aplikasi di bidang militer untuk memonitor musuh maupun memonitor daerah serangan lawan.
b. Aplikasi di bidang kesehatan atau *e-health* untuk memonitor kondisi pasien atau manajemen obat untuk keperluan kesehatan pasien
c. Aplikasi keamanan rumah untuk memonitor keamanan disekitar perumahan.
d. Aplikasi monitoring kondisi lingkungan seperti monitoring pencegahan kebakaran hutan, maupun monitoring maupun mengukur curah hujan untuk mencegah bencana banjir
e. Aplikasi *bridge structural health monitoring* untuk mengawasi kelayakan jembatan serta mengetahui jika ada kerusakan pada jembatan (Amanaf et al., 2013).

Gambar 1. Aplikasi WSN Pada Monitoring Kebakaran Hutan

2.2. *Model Pathloss COST-231 Multiwall*

Model *path loss COST-231 Multiwall* merupakan model propagasi yang mempertimbangkan seluruh dinding dan lantai diantara *transmitter* dan *receiver* dengan cara memperhitungkan *loss material* dari masing-masing dinding (Solahuddin & Mardeni, 2011). Jika sinyal melewati dinding dengan material tertentu maka nilai redaman akan semakin besar sehingga mengurangi nilai sinyal daya terima pada penerima. Dengan menggunakan model *COST-231 Multiwall* ini akan didapatkan hasil yang mendekati dengan kenyataan. Pemodelan *COST-231 Multiwall* dikembangkan dari pemodelan Keenan Motley. Hal ini dapat dilihat pada penjelasan formula *path loss* atau rugi-rugi lintasan akibat penyerapan daya sinyal

yang menembus beberapa lantai maupun dinding yang berada diantara pemancar dan penerima. Pada Model Keenan-Motley, besarnya *path loss* atau rugi-rugi lintasan akibat melewati beberapa dinding atau lantai diformulasikan sebagai fungsi linear terhadap semakin banyaknya jumlah lantai atau dinding yang ditembus oleh sinyal. Sedangkan, pada model *COST-231 multiwall*, *path loss* diformulasikan sebagai fungsi eksponensial yang dipengaruhi oleh faktor empiris b_{mw} seperti yang diperlihatkan pada Persamaan 1(Mahyu, Norma, & Amanaf, 2017).

$$L_MW = L_C + L_FSPLi + \sum_(i = 1)\^I \; k_wi. L_WI + k_f\^[(k_f + 2)/(k_f + 1) - b_mw \;] \; L_f \quad \text{.....1)}$$

Variabel L_{FSPLi}dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (2)

$$L_FSPLi = 32{,}4 + log(d_in \;) + 20 \; log(f_c) \quad \text{.....2)}$$

dimana:

LMW = Rugi-rugi/Redaman lintasan / Pathloss dari redaman dinding/Multiwall (dB)
LC = Nilai Konstanta redaman /rugi-rugi
LFSPLi = Rugi-rugi/Redaman lintasan / Pathloss dari kondisi *free space* di dalam gedung (dB)
kwi = Jumlah banyaknya dinding yang ditembus pada jenis ke-i
Lwi = Nilai dari loss dinding yang ditembus pada jenis yang ke-i (dB)
Lfi = Nilai Rugi-rugi/loss lantai yang ditembus pada jenis yang ke-i (dB)
kfi = Jumlah banyaknya lantai yang ditembus pada jenis ke-i
I = Jumlah jenis dari dinding yang digunakan pada gedung
bmw = Nilai faktor empiris dari dinding dan lantai bangunan indoor.

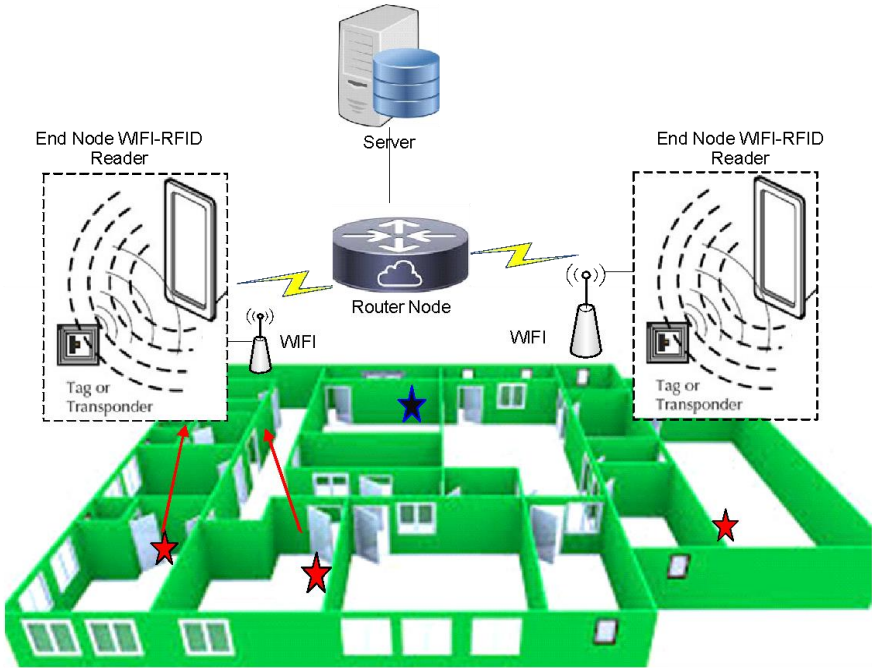
2.3. *Protokol Komunikasi Wireless Sensor Network IEEE 802.11.n*

Wireless Local Area Networks (WLAN) atau biasa dikenal *Wireless Fidelity* (Wi-Fi) adalah standar yang digunakan untuk jaringan lokal nirkabel yang didasari pada spesifikasi IEEE 802.11. Standar terbaru tersebut menawarkan banyak peningkatan mulai dari luas cakupan yang lebih jauh dan kecepatan transfer data.WiFi menyediakan *high speed data access* untuk daerah dengan cakupan kecil seperti kampus atau gedung dengan *fixed* atau *mobile (pedestrian) user*. Semua standar WiFi bekerja pada frekuensi *unlisenced* yaitu 900 MHz, 2.4 GHz dan 5.8 GHz pada ISM band dan 5 GHz pada U-NII band. IEEE 802.11n merupakan pengembangan terbaru dari IEEE 802.11. IEEE 802.11n harus mampu menyediakan *data rate* mencapai 100 Mbps.

Tabel 1. Perbandingan Protokol Komunikasi WLAN IEEE 802.11

Protokol	802.11a	802.11b	802.11g	802.11n
Rilis	1999	1999	2003	2009
Frekuensi Operasi	5 Ghz	2,4 Ghz	2,4 Ghz	2,4 dan 5 Ghz
Throughput Umum	23 Mbps	4,3 Mbps	19 Mbps	74 Mbps
Data Rate Maksimal	54 Mbps	11 Mbps	54 Mbps	248 Mbps
Modulasi	OFDM	DSSS	OFDM	MIMO
Jangkauan Indoor	35 m	38 m	38 m	70 m
Jangkauan Outdoor	120 m	140 m	140 m	250 m
Kompabilitas	a	b	b,g	b,g,n

Pada IEEE 802.11n, *data rate* sebesar ini diantaranya dicapai dengan menerapkan *Multiple Input Multiple Output* (MIMO) dengan 4 antena dan penggunaan kanal selebar 40 MHz pada lapisan PHY (dua kali lebar kanal pada versi WiFi sebelumnya). Frekuensi yang digunakan pada IEEE 802.11n ada 2 Jenis yaitu 2,4 GHz dan 5 GHz, tetapi kebanyakan frekuensi yang digunakan adalah frekuensi 2,4 GHz (Cesar & Leon, 2015).



Gambar 2. Sistem Arsitektur *WSN* pada Aplikasi Absensi RFID Mahasiswa

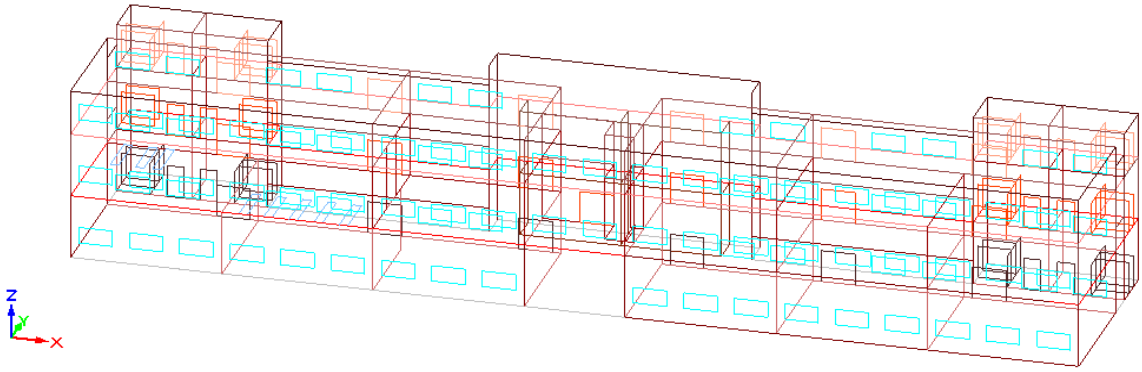
3. Metode Penelitian

Penelitian ini mensimulasikan WSN yang terdiri dari *end node* berupa *WIFI RFID Reader, router node*, dan server pada *software* RPS dengan menggunakan model *indoor path loss COST-231 multiwall*. Sistem arsitektur WSN penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.

Software simulator RPS digunakan untuk mensimulasikan jangkauan area tiap *node* WSN menggunakan model *path loss COST-231 multiwall*. Simulasi tersebut mengambil objek bangunan *indoor* di Gedung DC Kampus IT Telkom Purwokerto karena aplikasi absensi *RFID Tag* berbasis WSN tersebut diaplikasikan di setiap ruang kelas yang terhubung dengan WSN yang terhubung pada protokol WLAN IEEE 802.11.n/WIFI. Pada Gambar 3 dapat dilihat foto gedung DC IT Telkom Purwokerto yang merupakan objek lokasi penelitian ini.

Gambar 3. Tampilan Gedung DC IT Telkom Purwokerto

Gambar 4 merupakan simulasi gedung DC IT Telkom Purwokerto pada RPS. Gedung DC IT Telkom Purwokerto memiliki 3 Lantai yang terdiri atas ruang perkuliahan, laboratorium, perpustakaan, dan ruang administrasi. Penelitian ini mengambil objek ruang di ruang perkuliahan yang akan diimplementasikan aplikasi absensi *WIFI RFID Reader* berbasis WSN. Luas total gedung DC IT Telkom Purwokerto dari lantai 1 sampai dengan lantai 3 adalah 2.044 m^2.



Gambar 4. Pemodelan Gedung DC IT Telkom Purwokerto pada *Sofware* RPS

Pada software RPS, disimulasikan kondisi gedung secara *real* baik dari segi ukuran maupun bahan dari gedung tersebut agar pada simulasi model *path loss COST-231 multiwall* sesuai dengan kondisi yang sebenarnya. Pada simulasi tersebut, didefinisikan parameter rugi-rugi penghalang dari tiap material bangunan seperti Tabel 2.

Tabel 2. Parameter Rugi-Rugi Material Penghalang

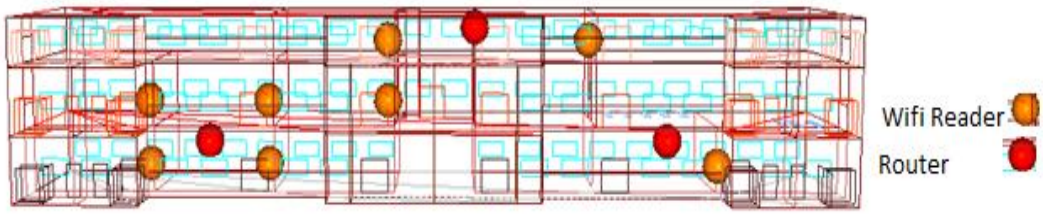
Rugi-Rugi Penghalang	dB	Jumlah Penghalang
Glass (kaca)	0,8	14
Wood (rak kayu)	0,3	3
Brick (tembok)	3,5	12
Concerate (lantai)	4	2

Selain mendefinisikan kondisi lingkungan *indoor*, pada simulasi tersebut juga perlu didefinisikan parameter daya pancar (Pt), *Antenna Gain* (Gt&Gr), *Cable Loss Router* maupun *end node* (Lt) sesuai dengan spesifikasi perangkatnya agar hasilnya sesuai dengan kondisi nyata. Pendefinisian perangkat *router node* dan *end node* berupa *WIFI-RFID reader* dapat dilihat pada Tabel 3. Tabel tersebut mendefinisikan daya pancar (Pt) dari *router node* dan *end node* dengan protokol WLAN 802.11.n atau WIFI pada frekuensi kerja 2,4 GHz.

Tabel 3. Parameter *Link Budget Router Node* dan *End Node*

Downlink (Router)			***Uplink (End node)***	
Parameter	**Nilai**	**Unit**	**Parameter**	**Nilai**
Tx Power (Pt)	22	dBm	*Tx Power (Pt)*	12
Antenna Gain Router(Gt)	3	dBi	*Antenna Gain End node (Gt)*	3
Cable Loss Router (Lt)	2	dB	*Cable Loss End node (Lt)*	2
Antenenna Gain Client (Gr)	3	dBi	*Antenenna Gain Client (Gr)*	8
Cable Loss Client (Lr)	2	dB	*Cable Loss Client (Lr)*	2
Expected Received Signal Level (Pr)	-95	dBm	*Expected Received Signal Level (Pr)*	-95

Simulasi WSN menggunakan skenario 3 *router node* dan 8 *end node* yang tersebar di dalam gedung DC IT Telkom Purwokerto sesuai dengan kondisi pengimplementasian dari tiap ruang kelas. *End node* diletakkan pada tiap kelas gedung DC IT Telkom Purwokerto. Sedangkan, *router node* diletakkan didekat *end node* dengan tiap lantai hanya ada 1 *router node* dengan *set up* skenario seperti gambar 5.

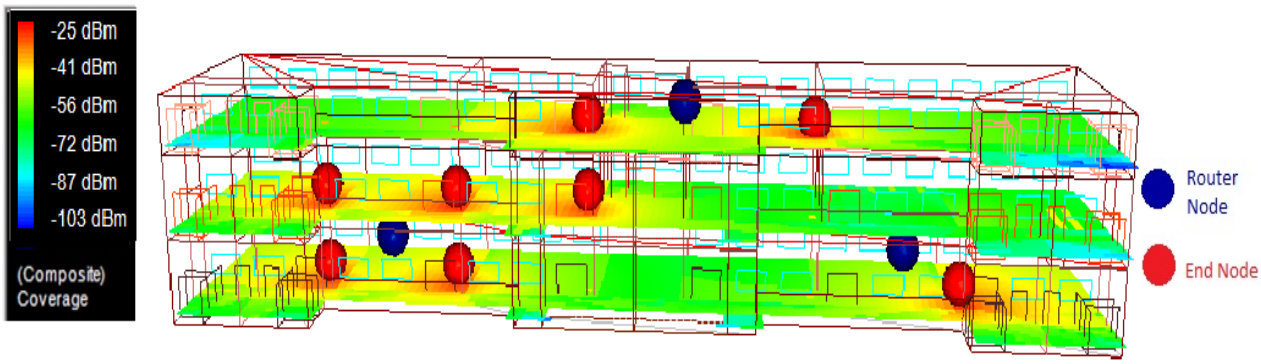


Gambar 5. *Set Up* Skenario Simulasi WSN pada RPS

Parameter-parameter yang dianalisis pada penelitian ini adalah nilai sebaran daya terima RSSI pada tiap *router node* maupun *end node*, baik secara visual simulasi maupun dari nilai rata-rata dan standar deviasi RSSI simulasi tersebut pada model *indoor path loss COST-231 multiwall*. Hasil simulasi nilai RSSI pada tiga kondisi yaitu kondisi jangkauan RSSI *router*, kondisi jangkauan RSSI *end node* dan kondisi jangkauan RSSI *router* dan *end node*. Dari analisis tersebut, dapat diketahui seberapa jauh jangkauan dari tiap *router* dan tiap *end node* serta jangkauan keduanya dalam pengiriman data antara *end node* sensor dengan *router node*.

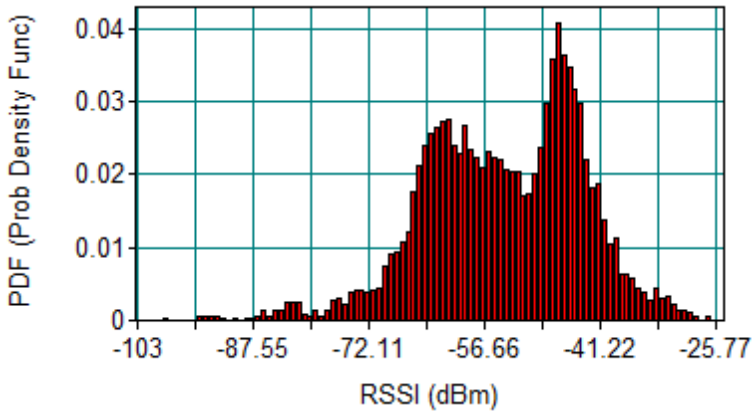
4. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Hasil penelitian ini berupa simulasi sebaran daya terima RSSI dari tiap *end node WIFI-RFID Reader* dan *router node* pada kondisi *indoor* sesuai skala dan material penghalang di gedung DC IT Telkom Purwokerto dengan menggunakan pemodelan *indoor path loss COST-231 multiwall*. Gambar 6 merupakan hasil simulasi dari kondisi sebaran daya terima RSSI *end node*. Pada gambar tersebut, dengan simulasi RPS pada kondisi *end node indoor* dapat menjangkau *router node* di tiap lantai dengan sebaran daya terima RSSI penerimaan tiap *router node* pada rentang -41 dBm sampai -56 dBm. Pada *end node*, jarak jangkauan tiap *end node* mempunyai jangkauan terjauh rata-rata 8 m pada kondisi N-LOS *indoor*.



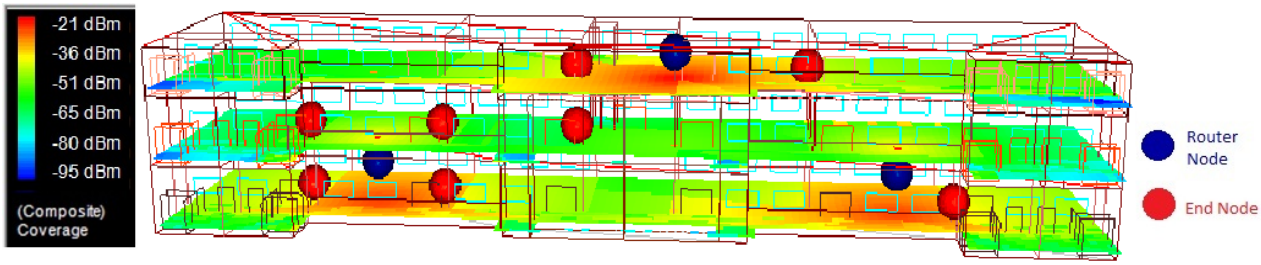
Gambar 6. Hasil Simulasi Sebaran Daya Terima RSSI pada *End node* Wifi RFID Reader.

Hasil simulasi dari wilayah jangkauan dapat dianalisa dari grafik nilai *Probability Density Function* (PDF) pada sebaran daya terima di tiap lantai. Nilai sebaran daya terima dapat dilihat pada Gambar 7. Dalam grafik PDF tersebut, diperoleh nilai PDF terbesar untuk daya terima RSSI pada -46,84 dBm dengan nilai PDF 0,0406.



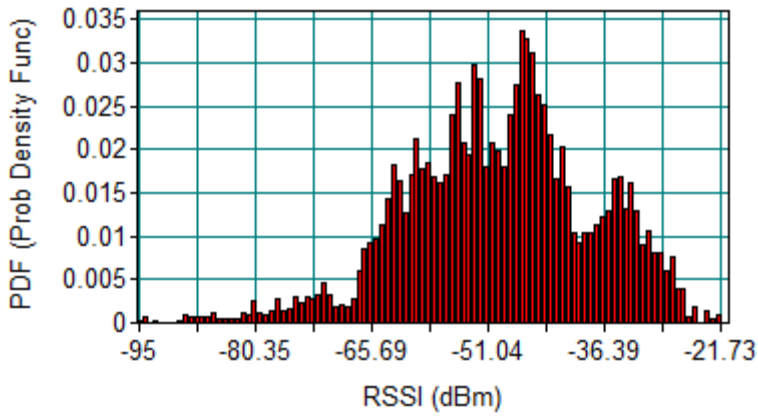
Gambar 7. Sebaran Daya Terima RSSI pada Kondisi *End Node*

Gambar 8 merupakan hasil simulasi dari kondisi sebaran daya terima RSSI *router node*, dari Gambar tersebut, dapat dilihat sebaran daya terima RSSI *router node* pada seluruh gedung termasuk pada lokasi *end node* dimana sebaran daya terima RSSI tiga *router node* dapat menjangkau semua *end node* yang ada di setiap kelas dengan nilai RSSI diatas -51 dBm. Jangkauan tiap *router node* mempunyai jangkauan terjauh rata-rata 20 m pada kondisi N-LOS *indoor*. Jangkauan pada *router node* lebih jauh dikarenakan daya pancar (Pt) pada *router node* lebih besar dibandingkan pada *end node* yaitu 22 dBm pada *router node* dan 12 dBm pada *end node*.



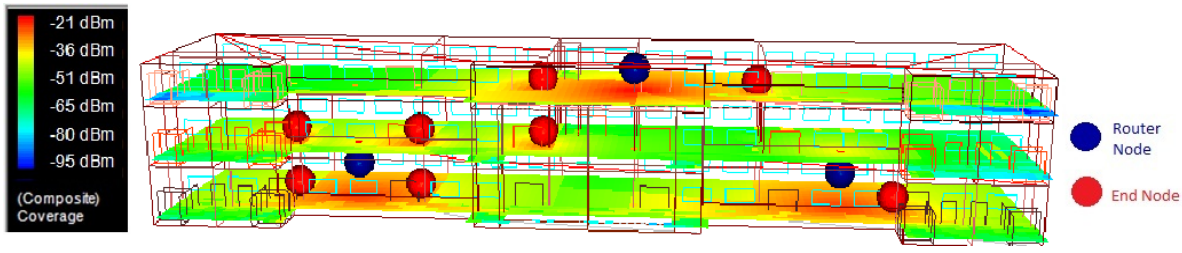
Gambar 8. Hasil Simulasi Sebaran Daya Terima RSSI pada *Router Node*

Gambar 9 menunjukan hasil sebaran daya terima RSSI pada *router node* dengan grafik nilai PDF paling besar terdapat pada nilai RSSI -45,42 dBm dengan nilai PDF 0,0342.



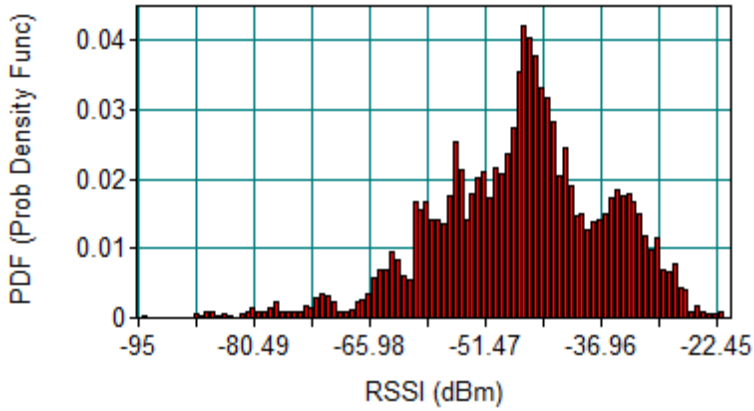
Gambar 9. Sebaran Daya terima RSSI pada Kondisi *Router Node*

Hasil simulasi sebaran daya terima RSSI dari kondisi *router node* dan *end node* secara bersamaan dapat dilihat pada Gambar 10. Gambar tersebut menunjukkan pada kondisi *indoor* dengan pemodelan *path loss COST-231 multiwall*. *Router node* dapat menjangkau *end node* di tiap ruang kelas dan sebaliknya pada *end node* dapat menjangkau *router node*.



Gambar 10. Hasil Simulasi Sebaran Daya Terima RSSI pada Seluruh Gedung dengan Kondisi *Router Node* dan *End Node* Terpasang

Nilai PDF sebaran data daya terima di seluruh lantai pada simulasi RPS dengan kondisi *router node* dan *end node* terpasang dapat dilihat pada Gambar 11, dimana nilai PDF terbesar dari sebaran daya terima RSSI seluruh *end node* maupun *router node* pada gedung tersebut adalah 0,0432 dengan nilai RSSI -46,16 dBm.



Gambar 11. Sebaran Daya Terima RSSI pada Kondisi Router Node dan *End Node*

Hasil sebaran data daya terima diseluruh gedung tersebut dapat diolah untuk mendapatkan nilai rata-rata dan standar deviasi. Tabel 4 menunjukkan nilai rata-rata RSSI pada kondisi terimplementasi *router node* dan *end node* adalah -46,94 dBm. Hal ini menunjukkan sebaran daya terima di gedung DC IT Telkom Purwokerto dari *end node* ke arah *router node* maupun sebaliknya memiliki nilai rata-rata daya terima yang baik sehingga dalam komunikasi antara *end node* dan *router node* bisa berjalan dengan baik.

Tabel 4. Hasil Nilai Mean dan Standar Deviasi dari Sebaran Data Daya Terima RSSI

Kondisi	RSSI	
	Mean (dBm)	Standard Deviation
Router node	-49,69	11,75
End node	-53,82	10,60
Router + End node	-46,94	10,79

5. Simpulan dan Saran

Simulasi dengan model *path loss COST-231 multiwall* berbasis WSN pada kondisi *indoor* gedung DC IT Telkom purwokerto diperoleh radius jangkauan *end node* 8 m dan radius jangkauan *router node* 20 m. Hasil simulasi sebaran daya terima RSSI pada RPS menunjukkan rata-rata daya terima pada kondisi *router node* dan *end node* terpasang pada kondisi *indoor* dengan pemodelan *path loss COST-231 multiwall* adalah -46,94 dBm dengan standar deviasi 10,79. Hal ini menunjukkan sebaran daya terima RSSI pada sisi *end node* maupun *router node* dapat saling menjangkau sehingga dalam sistem komunikasi WSN dalam pengiriman data absensi mahasiswa dapat berjalan dengan baik.

6. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada LPPM-IT Telkom (Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Institut Teknologi Telkom Purwokerto) atas dana hibah penelitian internal yang diberikan kepada peneliti dalam menyelesaikan penelitian tentang WSN.

Daftar Pustaka

Amanaf, M. A., Danisya, A. R., & Rodian, R. (2017). Analisis Perbandingan Pemodelan *Path loss* COST-231 Hata dan Walfisch Ikegami Terhadap Pathloss Pengukuran dengan Metode Drive Test di Wilayah. *Jurnal Infotel*, *9*(4).

Amanaf, M. A., Setijadi, E., & Suwadi. (2013). Implementasi Sistem Akuisisi Data pada *Bridge Sructural Health Monitoring* dengan Jaringan Sensor Nirkabel. In *Proceeding Seminar Ilmu Pengetahuan Teknik 2013 LIPI-PPET* (pp. 428–432).

Buratti, C., Conti, A., Dardari, D., & Verdone, R. (2009). *An overview on wireless sensor networks technology and evolution*. *Sensors*, *9*(9), 6869–6896. https://doi.org/10.3390/s90906869

Cesar, J., & Leon, A. (2015). *Evaluation of IEEE 802.11ah Technology for Wireless Sensor Network Applications*. TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY. Retrieved from https://dspace.cc.tut.fi/dpub/bitstream/handle/123456789/22799/Araiza Leon.pdf;sequence=1

Flattie, A. G. (2012). *Optimizing the Existing Indoor Propagation Prediction Models*. *International Conference on Wireless Networks (ICWN 2012)*, *49*(Icwn), 202–207. https://doi.org/10.7763/IPCSIT.2012.V49.37

He, D., Mujica, G., Liang, G., Portilla, J., & Riesgo, T. (2014). *Radio Propagation Modeling and Real Test of ZigBee Based Indoor Wireless Sensor Networks*. *Journal of Systems Architecture*, *60*(9), 711–725. https://doi.org/10.1016/j.sysarc.2014.08.002

Heereman, F., Joseph, W., Tanghe, E., Plets, D., Verloock, L., & Martens, L. (2012). *Path Loss Model and Prediction of Range, Power And Throughput for 802.11n in large conference rooms*. *AEU - International Journal of Electronics and Communications*, *66*(7), 561–568. https://doi.org/10.1016/j.aeue.2011.11.008

Kaur, K., Kaur, P., & Singh, E. S. (2014). *Wireless Sensor Network : Architecture , Design Issues and Applications*. *International Journal of Scientific Engineering and Research (IJSER)*, *2*(11), 6–10.

Kurt, S., & Tavli, B. (2017). *Path-Loss Modeling for Wireless Sensor Networks: A review of Models and Comparative Evaluations. IEEE Antennas and Propagation Magazine*, *59*(1), 18–37. https://doi.org/10.1109/MAP.2016.2630035

Mahyu, T. A., Norma, A., & Amanaf, M. A. (2017). Perancangan dan Analisis Jaringan *Indoor Femtocell* LTE 2300 MHz di Gedung Java Heritage Hotel Purwokerto dengan Menggunakan *Radiowave Propagation Simulator*. In *CITEE 2017* (Vol. 2, pp. 34–41).

Olasupo, T. O., Otero, C. E., Olasupo, K. O., & Kostanic, I. (2016). Empirical path Loss Models for wireless Sensor Network Deployments in short and *Tall Natural Grass Environments*. *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, *64*(9), 4012–4021. https://doi.org/10.1109/TAP.2016.2583507

Sarka, A., Majumdar, S., & Bhattacharya, P. P. (2013). *Path Loss Estimation for a Wireless Sensor Network for Application in Ship*. *International Journal of Computer Science and Mobile Computing*, *2*(6), 87–96.

Scholastica, N. (2014). P*athloss Prediction Model of a Wireless Sensor Network in an Indoor Environment*. *International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering*, *3*(9), 11665–11673.

Setijadi, E., & Amanaf, M. A. (2013). *Design of Large Scale Structural Health Monitoring System for Long-Span Bridges Based on Wireless Sensor Network*. In *ICAST UBIMEDIA (International Joint Conference on Awareness Science and Technology & Ubi-Media Computing)* (pp. 169–174).

Solahuddin, Y. F., & Mardeni, R. (2011). *Indoor Empirical Path Loss Prediction Model for 2.4 GHz 802.11n Network*. *Proceedings - 2011 IEEE International Conference on Control System, Computing and Engineering, ICCSCE 2011*, (2), 12–17. https://doi.org/10.1109/ICCSCE.2011.6190487

Wicaksono, F. A., Dirgantoro, B., Mt, I., Michrandi, S., & St, N. (2015). Perancangan dan Prototipe Aplikasi Presensi Perkuliahan dengan Menggunakan Android pada *Wireless Sensor Network*. *E-Proceeding of Engineering*, *2*(1), 619–624.